

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-261399

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

H04J 3/16  
H04Q 7/36  
H04L 12/46  
H04L 12/28  
H04Q 7/22  
H04Q 7/24  
H04Q 7/26  
H04Q 7/30

(21)Application number : 11-058286

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
WATANABE TAKASHI

(22)Date of filing : 05.03.1999

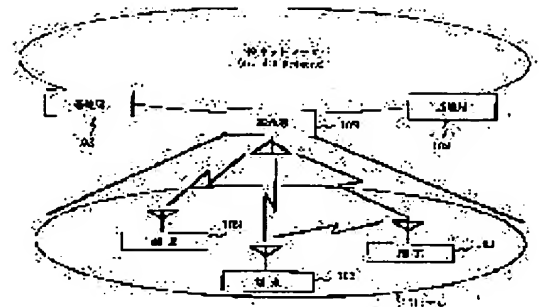
(72)Inventor : IIDA NOBORU  
FUKAGAWA CHIKAKAZU  
UENO HIROSHI  
WATANABE TAKASHI  
MIZUNO TADANORI

## (54) BASE STATION, TERMINAL AND COMMUNICATION METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make high throughput and low delay by eliminating a data transmission channel from a time slot configuration when there is no reservation for a data transmission channel where a data transmission channel is not allocated.

**SOLUTION:** A multiple access protocol DRCP obtained by improving a DQRUMA assumes a radio network consisting of one base station 102 and many terminals 103 for one cell 101. A radio channel used for transmission and reception is used by the station 102 and many terminals 103 while one common frequency band is divided into time slots. In the DRCP, the terminals 103 and the station 102 share one frequency band and data can be directly transmitted and received between terminals 103. The DRCP ignores the relay of the station 102 when normal communication can directly be performed between the terminals 103. High performance and low delay can be made by ignoring this data transmission channel for relay.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-261399  
(P2000-261399A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 J	3/16	H 0 4 J 3/16	Z 5 K 0 2 8
H 0 4 Q	7/36	H 0 4 B 7/26	1 0 5 D 5 K 0 3 3
H 0 4 L	12/46	H 0 4 L 11/00	3 1 0 C 5 K 0 6 7
	12/28	H 0 4 Q 7/04	A
H 0 4 Q	7/22		

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-58286

(22) 出願日 平成11年3月5日 (1999.3.5)

特許法第30条第1項適用申請有り 1998年9月7日 社  
団法人電子情報通信学会発行の「1998年電子情報通信学  
会通信ソサイエティ大会講演論文集1」に発表

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 596126845

渡辺 尚

静岡県浜松市有玉南町347-1 アートビ

ア有玉南801

(72) 発明者 飯田 登

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

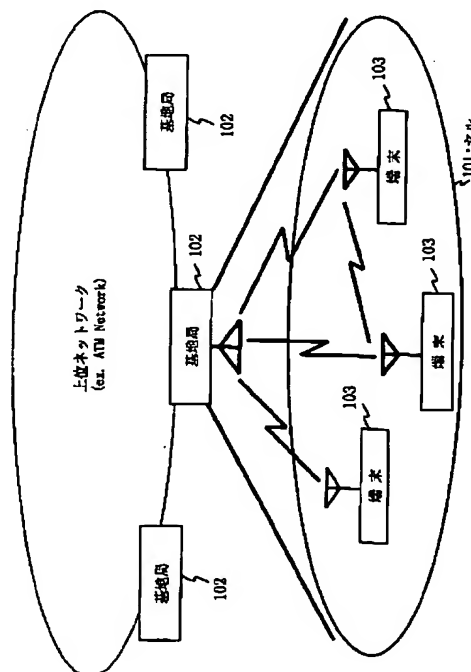
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基地局、端末及び通信方法

(57) 【要約】

【課題】 端末間で直接送信できなかった場合に限り基地局が中継し、直接送信できた場合には、中継用データ送信チャネルを省略し、高性能化と低遅延化を図るプロトコルに適した基地局と端末を提供することを課題とする。

【解決手段】 送信側端末103から直接データを受信した受信側端末103は、直接データを受信した旨の通知を基地局102に対して送信し、直接データを受信した旨の通知を受信した基地局102は、中継用データ送信チャネルを省略することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 タイムスロット構成を動的に決定するタイムスロット構成決定部を有する基地局。

【請求項 2】 タイムスロット構成決定部は、タイムスロット毎にタイムスロット構成を決定することを特徴とする請求項 1 記載の基地局。

【請求項 3】 タイムスロット構成決定部は、可変長のタイムスロット構成を決定することを特徴とする請求項 2 記載の基地局。

【請求項 4】 基地局は、データ送信チャネルの予約に  
10 対するデータ送信チャネルの割り当てを管理するデータ送信チャネル予約管理部と、データ送信チャネルの割り当てがされていないデータ送信チャネルの予約が無いことを判定する未割り当て予約判定部とを有し、タイムスロット構成決定部は、データ送信チャネルの割り当てがされていないデータ送信チャネルの予約が無い場合には、タイムスロット構成からデータ送信チャネルを省くことを決定するデータ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする請求項 3 記載の基地局。

【請求項 5】 タイムスロット構成決定部が決定した  
20 タイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルとから構成されていることを特徴とする請求項 4 記載の基地局。

【請求項 6】 基地局は、セル間の通信であることを判定するセル間通信判定部を有し、タイムスロット構成決定部は、セル間の通信である場合には、タイムスロット構成から基地局中継用データ送信チャネルを省くことを決定する基地局中継用データ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする請求項 3  
記載の基地局。

【請求項 7】 タイムスロット構成決定部が決定したタイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルと、データ送信許可チャネルと、データ送信チャネルとから構成されていることを特徴とする請求項 6 記載の基地局。

【請求項 8】 セル間通信判定部は、送信先端末がセルの外にあることを判定する送信先端末位置判定部を有することを特徴とする請求項 6 記載の基地局。

【請求項 9】 セル間通信判定部は、基地局がデータ送信チャネルで端末にデータ送信することを判定する基地  
40 局データ送信判定部を有することを特徴とする請求項 6 記載の基地局。

【請求項 10】 基地局は、受信端末が送信端末から直接データを受信したことを意味する直接正常受信通知を受信する直接正常受信通知受信部を有し、タイムスロット構成決定部は、直接正常受信通知を受信した場合には、タイムスロット構成から基地局中継用データ送信チャネルを省くことを決定する基地局中継用データ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする請求項 3 記載の基地局。

【請求項 11】 タイムスロット構成決定部が決定したタイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルと、データ送信許可チャネルと、データ送信チャネルと、データ応答チャネルとから構成されていることを特徴とする請求項 10 記載の基地局。

【請求項 12】 他の端末から直接データを受信したことを判定する直接正常受信判定部と、他の端末から直接データを受信したことを意味する直接正常受信通知を基地局に送信する直接正常受信通知送信部とを有することを特徴とする端末。

【請求項 13】 基地局が送信するチャネルシーケンスの通知を判定するチャネルシーケンス通知判定部と、チャネルシーケンスの通知に従ってチャネルシーケンスを制御するチャネルシーケンス制御部とを有することを特徴とする端末。

【請求項 14】 チャネルシーケンス通知判定部は、要求アクセス応答チャネルの受信をしたことを判定する要求アクセス応答チャネル受信判定部を有し、チャネルシーケンス制御部は、受信した要求アクセス応答チャネルに続くチャネルを要求アクセスチャネルと決定する要求  
20 アクセスチャネル決定部を有することを特徴とする請求項 13 記載の端末。

【請求項 15】 チャネルシーケンス通知判定部は、データ送信許可チャネルの受信をしたことを判定するデータ送信許可チャネル受信判定部を有し、チャネルシーケンス制御部は、受信したデータ送信許可チャネルに続くチャネルをデータ送信チャネルと決定するデータ送信チャネル決定部を有することを特徴とする  
30 請求項 13 記載の端末。

【請求項 16】 複数チャネルから構成されるタイムスロットを用いて端末と基地との間でデータの通信を行なう通信方法において、複数のチャネルの中からチャネルを選択して、上記タイムスロットを構成する工程を有することを特徴とする通信方法。

【請求項 17】 上記タイムスロットは、端末から基地局へ送信要求を伝える要求アクセスチャネルと、要求アクセスチャネルにより端末から基地局へ送られた送信要求に対して基地局から端末へ応答を返す要求アクセス応答チャネルと、基地局から端末に対して、端末から基地局へのデータ送信の許可を知らせるデータ送信許可チャネルと、端末から基地局へのデータ送信をするデータ送信チャネルと、他の基地局からのデータを中継して端末へデータを送る基地局中継用データ送信チャネルとを有するとともに、

上記通信方法は、データ送信許可チャネルと、データ送信チャネルと、基地局中継用データ送信チャネルとを各タイムスロット毎に取捨選択する工程を有することを特徴とする請求項 16 記載の通信方法。

50 【請求項 18】 上記通信方法は、要求アクセス応答チ

チャンネルを、要求アクセスチャンネルの先に配置する工程を有することを特徴とする請求項17記載の通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線ネットワークを構成する基地局、端末及び通信方法に係り、周波数帯域を最大限に利用し、最大のスループットと最小の遅延を実現する多重アクセスプロトコルに適した基地局、端末及び通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】無線ネットワークの多重アクセスプロトコルは周波数帯域を最大限に利用し、最大のスループットと最小の遅延を実現することが期待される（先行文献1（T. Imielinski and B. R. Badrinath, "Mobile Wireless Computing: Challenge in Data Management", Commun. ACM, vol. 37, pp. 18-28, Oct. 1994））。無線、通信衛星等ブロードキャストチャンネルに対する多重アクセスプロトコルは、従来より様々な研究が実施されている（先行文献2（D. Bertsekas and R. Gallager, "Data Networks", Second Edition, Prentice-Hall, 1992）、先行文献3（F. A. Tobagi, "Multiaccess Protocols in Packet communication systems", IEEE Trans. Commun. Vol. COM-28, pp. 468-488, Apr. 1980）、先行文献4（N. Abramson, "The ALOHA system-Another alternative for computer communications", in 1970 Fall Joint Comput. Conf. AFIPS Conf. Proc. Vol. 37, Montvale, NJ: AFIPS Press, 1970, pp. 281-285）、先行文献5（L. Kleinrock and F. A. Tobagi, "Packet Switching in Radio Channels: Part I-Carrier Sense Multiple-Access Models and Their Throughput-Delay Characteristics", IEEE Trans. Commun., vol. COM-23, pp. 1400-1416, Dec. 1975）、先行文献6（F. A. Tobagi and L. Kleinrock, "Packet Switching in Radio Channels: Part II-The Hidden Terminal Problem in Carrier Sense Multiple-Access an

d the Busy-Tone Solution", IEEE Trans. Commun., vol. COM-23, pp. 1417-1433, Dec. 1975）、先行文献7（J. I. Capetanakis, "Tree Algorithms for Packet Broadcast Channels", IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-25, Sept. 1979））。最近の無線チャンネルを用いた多重アクセス方式に関する研究の例は、分散制御方式では、Fullmerらが、CSMA/CDに加え隠れ端末の問題によるスループットの低下を回避するために送信局と受信局の間で送信権の獲得を確認するFAMA（先行文献8（C. L. Fullmer and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Floor Acquisition Multiple Access (FAMA) for Packet-Radio Networks", Proc. ACM SIGCOM 95, Cambridge, MA, Aug. 30-Sept. 1, 1995））と、その改良版としてCSMA/CDにおける伝播遅延と送信タイミングによる衝突を回避するためのジャミングを加えたFAMA-PJ（先行文献9（C. L. Fullmer and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "FAMA-PJ: A Channel Access Protocol for Wireless LANs", Proc. ACM MOBICOM 95, pp. 76-85, 1995））を提案している。一方、集中制御方式では、R. GarcesらがFAMAの制御コマンドをスタックアルゴリズム（ツリーアルゴリズムとも呼ばれる）にて送信するCARMA（先行文献10（R. Garces and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Floor Acquisition Multiple Access with Collision Resolution", Proc. ACM MOBICOM 96, pp. 187-197, 1996））、CARMAにより送信権を獲得したノードが送信グループを構成するCARMA-NTG（先行文献11（R. Garces and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Collision Avoidance and Resolution Multiple Access with Transmission Groups", Proc. IEEE INFOCOM '97, pp. 134-142, 1997））を提案している。更に、スロット付アロハ方式またはスタックアルゴリズムによるデータ送信チャンネルの予約に加え、一度データ送信チャンネルを獲得すると、ビジーバック要求を用いて予約の継続を行うDQRUM A（先行文献12（M. J. Karol, Z. Liu, and K. Y. Eng, "Distributed-

Queuing Request Update Multiple Access (DQRUMA) for Wireless Packet (ATM) Networks," Proc. of ICC'95, pp. 1224-1231, June 1995)がある。特に、スタックアルゴリズムによりデータスロットの予約を行うDQRUMAは、高性能でしかも高負荷時にもステータブルなプロトコルとなる。

【0003】ここでは、本発明の基本となったDQRUMA(先行文献12)について概説する。DQRUMAは、固定長パケット用に設計された高性能な要求時割当型チャンネルアクセスプロトコルである。

【0004】図12は、DQRUMAプロトコルのタイムスロット構成図である。DQRUMAは、タイムスロット1201を用い基地局が中継して端末間の通信を行う。端末が送信し基地局が受信するアップリンクの各タイムスロット1202は、要求アクセスチャンネル1204とデータ送信チャンネル1206に分割される。そして、ビギーバック要求フラッグ1205は、一度データ送信チャンネルを獲得したユーザが引き続きデータ送信の要求情報を付加するために使用される。基地局が送信し端末が受信するダウンリンクの各タイムスロット1203は、要求アクセス応答チャンネル1207、そして、送信許可チャンネル1208、データ送信チャンネル1209に分割される。基地局にはセル内の全端末に各々1エンタリーをもつ要求テーブルがあり、テーブル内の各エンタリーは、端末の識別子と送信要求情報(即ち、その端末が送信するデータを未だ保持しているか否か)を含む。DQRUMAプロトコルは、要求アクセスフェーズとデータ送信フェーズの2フェーズに分けることができる。

【0005】最初に、要求アクセスフェーズについて説明する。送信データの発生時、端末は送信要求(内容は端末の識別子)を基地局へアップリンクの要求アクセスチャンネル1204を用いて送信する。要求アクセスチャンネルは、ランダムアクセスチャンネルであり、全端末が共有する。従って、要求アクセスチャンネル1204では、衝突が発生し得る。この衝突を回避する方法として、スロット付アロハ方式またはバイナリスタックアルゴリズムを用いる。端末からの送信要求を正常に受信したら、基地局はその端末が送信すべきデータをもつことを示すフラッグを要求テーブルにセットする。基地局は受信した端末の識別子をダウンリンクの要求アクセス応答チャンネル1207を用いてブロードキャストすることにより送信要求が受理されたことを通知する。要求の受理が通知されると、端末はダウンリンクのデータ送信許可チャンネル1208を受信しながら、自端末へのデータ送信チャンネル1206の割当を待つ。

【0006】次に、データ送信フェーズについて説明する。要求されるデータ送信の方針(例えば、ラウンドロビン)に従って、基地局は要求テーブル内の送信要求を

もつ端末の1つを選び、次のタイムスロットでのデータ送信を許可する。これを伝えるために、ダウンリンクのデータ送信許可チャンネル1208により端末の識別子をブロードキャストする。端末がアップリンクのデータ送信チャンネル1206を用いてデータを送信する際、未だ送信すべきデータが残っているか否かをビギーバック要求1205により基地局へ通知する。基地局はビギーバック要求1205をチェックし、要求テーブルのエンタリーを更新する。

【0007】要求テーブルに送信要求が全く無い場合は、基地局はダウンリンクの送信許可チャンネル1209を使用して、次のアップリンクのデータ送信チャンネル1206を複数の要求アクセスチャンネル1204へ変換することを通知する。複数の要求アクセスに応答するために、次のダウンリンクの送信チャンネル1209も同期して複数の要求アクセス応答チャンネル1206に変換する。

【0008】DQRUMAプロトコルでは、衝突は要求アクセスチャンネル1204においてのみ発生し、ビギーバック要求1205は衝突無しに送信することができる。それ故、ランダムアクセスプロトコルによる要求の衝突は劇的に減少し、重負荷時のシステム性能は大幅に改善される。加えて、基地局がスロット毎にデータを送信する端末を指定することにより、DQRUMAは様々なサービスの要求に応えることができる。

【0009】なお、DQRUMAは主にデータ送信チャンネルの要求アクセス1204に関する方式であり、受付けた要求に対するデータ送信チャンネル1206の割付方式に関しては具体的な提案をしていない。また、セル間通信に関する議論は無く、従って、セル間通信におけるセル内のプロトコルも提案していない。DQRUMAによるチャンネル要求方式を用いたチャンネル割付方式の例としては、山本、町田、そして、池田がさまざまなサービス要求をもつデータや音声などを送信の対象とした方式(先行文献13(M. Yamamoto, S. Machida, and H. Ikeda, "Access Control Scheme for Multimedia Wireless ATM Local Area Networks," Proc. of 3rd Asia-Pacific Conference on Communications (APCC'97), Sydney, Australia, Dec. 1997))を提案している。

【0010】以上のように、DQRUMAにおいては、セル内通信のモバイル端末間で直接データを送受信する(直接通信とも呼ばれる)ことは考慮されていない。また、セル間通信でデータ送信チャンネルを省略することも考慮されていない。このため、チャンネルの用い方に無駄があり、更に、高性能化と低遅延化を図る余地がある。

【0011】なお、本発明は、DQRUMAと最も関係

が深い、その他にAmitayのRAMA(先行文献14(N. Amitay, "Resource Auction Multiple Access(RAM A): Efficient method for fast resource assignment in decentralized wireless PCS," Electron. Lett., vol. 28, no. 8, pp. 799-801, Apr. 9, 1993)), GoodmanらのPRMA(先行文献15(D. J. Goodman, R. A. Valenzuela, K. T. Gayliard, and B. Bamamurthi, "Packet reservation multiple access for local wireless communications," IEEE Trans. Commun., vol. COM-37, pp. 885-890, Aug. 1989)), VileのPRMA++(先行文献16(J. De Vile, "A reservation multiple access scheme for an adaptive TDMA air interface," Proc. Fourth WILAB Workshop on Third Generation Wireless Information Networks, New Jersey, 1993)), AnastasiらのSIR(先行文献17(G. Anastasi, D. Grillo, L. Lenzini, and E. Mingozzi, "A Bandwidth reservation protocol for Speech/Data Integration in TDMA-Based Advanced Mobile systems," in Proc. IEEE INFOCOM'96, San Francisco, CA, 1996))とSIP++(先行文献18(G. Anastasi, D. Grillo, L. Lenzini, and E. Mingozzi, "An Access Protocol for Speech/Data/Video Integration in TDMA-Based Advanced Mobile System," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 15, No. 8, pp. 1498-1510, Oct. 1997))とも関係する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記した従来技術の欠点を除くためになされたものであって、その目的とするところは、チャネル効率のよい無線多重アクセスプロトコルを提供し、高スループット低遅延化を図ることである。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明に係る基地局は、タイムスロット構成を動的に決定するタイムスロット構成決定部を有することを特徴とする。

【0014】また、タイムスロット構成決定部は、タイムスロット毎にタイムスロット構成を決定することを特徴とする。

【0015】また、タイムスロット構成決定部は、可変長のタイムスロット構成を決定することを特徴とする。

【0016】また、基地局は、データ送信チャネルの予約に対するデータ送信チャネルの割り当てを管理するデータ送信チャネル予約管理部と、データ送信チャネルの割り当てがされていないデータ送信チャネルの予約が無いことを判定する未割り当て予約判定部とを有し、タイムスロット構成決定部は、データ送信チャネルの割り当てがされていないデータ送信チャネルの予約が無い場合には、タイムスロット構成からデータ送信チャネルを省くことを決定するデータ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする。

【0017】また、タイムスロット構成決定部が決定したタイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルとから構成されていることを特徴とする。

【0018】基地局は、セル間の通信であることを判定するセル間通信判定部を有し、タイムスロット構成決定部は、セル間の通信である場合には、タイムスロット構成から基地局中継用データ送信チャネルを省くことを決定する基地局中継用データ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする。

【0019】また、タイムスロット構成決定部が決定したタイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルと、データ送信許可チャネルと、データ送信チャネルとから構成されていることを特徴とする。

【0020】また、セル間通信判定部は、送信先端末がセルの外にあることを判定する送信先端末位置判定部を有することを特徴とする。

【0021】また、セル間通信判定部は、基地局がデータ送信チャネルで端末にデータ送信することを判定する基地局データ送信判定部を有することを特徴とする。

【0022】また、基地局は、受信端末が送信端末から直接データを受信したことを意味する直接正常受信通知を受信する直接正常受信通知受信部を有し、タイムスロット構成決定部は、直接正常受信通知を受信した場合には、タイムスロット構成から基地局中継用データ送信チャネルを省くことを決定する基地局中継用データ送信チャネル省略決定部を有することを特徴とする。

【0023】タイムスロット構成決定部が決定したタイムスロット構成は、要求アクセス応答チャネルと、要求アクセスチャネルと、データ送信許可チャネルと、データ送信チャネルと、データ応答チャネルとから構成され

ていることを特徴とする。

【0024】この発明に係る端末は、他の端末から直接データを受信したことを判定する直接正常受信判定部と、他の端末から直接データを受信したことを意味する直接正常受信通知を基地局に送信する直接正常受信通知送信部とを有することを特徴とする。

【0025】この発明に係る端末は、基地局が送信するチャンネルシーケンスの通知を判定するチャンネルシーケンス通知判定部と、チャンネルシーケンスの通知に従ってチャンネルシーケンスを制御するチャンネルシーケンス制御部とを有することを特徴とする。

【0026】また、チャンネルシーケンス通知判定部は、要求アクセス応答チャンネルの受信をしたことを判定する要求アクセス応答チャンネル受信判定部を有し、チャンネルシーケンス制御部は、受信した要求アクセス応答チャンネルに続くチャンネルを要求アクセスチャンネルと決定する要求アクセスチャンネル決定部を有することを特徴とする。

【0027】また、チャンネルシーケンス通知判定部は、データ送信許可チャンネルの受信をしたことを判定するデータ送信許可チャンネル受信判定部を有し、チャンネルシーケンス制御部は、受信したデータ送信許可チャンネルに続くチャンネルをデータ送信チャンネルと決定するデータ送信チャンネル決定部を有することを特徴とする。

【0028】この発明に係る通信方法は、複数チャンネルから構成されるタイムスロットを用いて端末と基地との間でデータの通信を行なう通信方法において、複数のチャンネルの中からチャンネルを選択して、上記タイムスロットを構成する工程を有することを特徴とする。

【0029】上記タイムスロットは、端末から基地局へ送信要求を伝える要求アクセスチャンネルと、要求アクセスチャンネルにより端末から基地局へ送られた送信要求に対して基地局から端末へ応答を返す要求アクセス応答チャンネルと、基地局から端末に対して、端末から基地局へのデータ送信の許可を知らせるデータ送信許可チャンネルと、端末から基地局へのデータ送信をするデータ送信チャンネルと、他の基地局からのデータを中継して端末へデータを送る基地局中継用データ送信チャンネルとを有するとともに、上記通信方法は、データ送信許可チャンネルと、データ送信チャンネルと、基地局中継用データ送信チャンネルとを各タイムスロット毎に取捨選択する工程を有することを特徴とする。

【0030】上記通信方法は、要求アクセス応答チャンネルを、要求アクセスチャンネルの先に配置する工程を有することを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて説明する。

【0032】実施の形態1. 本実施の形態では、DQRUMAを改良した多重アクセスプロトコル(Direct and Relay Communication

Protocol via Wireless Networks、以下、DRCPと言う)を説明する。DRCPは、図1に示すように、1つのセル101に対して1つの基地局102と多数のモバイル端末(以下、単に端末とも言う)103で構成する無線ネットワークを想定している。モバイル端末103は、非同期に発生したメッセージを蓄積し、チャンネルアクセスプロトコルに従い、固定長バケットに分割して他のモバイル端末103へ送信する。送受信に用いる無線チャンネルは、基地局102と多数のモバイル端末103で、1本の共通の周波数帯をタイムスロットに分割し用いる。DQRUMAは、モバイル端末103から基地局102へデータを送信する「アップリンク」と基地局102からモバイル端末103へデータを同報する「ダウンリンク」の周波数帯を分離することを基本としているのに対し、DRCPはモバイル端末103と基地局102が1つの周波数帯を共用し、モバイル端末103間で直接データの送受信することも可能としている。

【0033】ここで説明するシステムは、1つの基地局102と多数の端末103が1つの無線チャンネルを用いて通信するシステムである。無線チャンネルは、タイムスロット(以下、単にスロットとも言う)化する。

【0034】図2に、DRCPのタイムスロット構成図を示す。スロット201は、要求アクセス応答チャンネル202、要求アクセスチャンネル203、データ送信許可チャンネル204、データ送信チャンネル205、データ応答チャンネル206、及び、基地局中継用データ送信チャンネル207の6種類より構成する。ここでは、要求アクセス応答チャンネル202、要求アクセスチャンネル203、データ送信許可チャンネル204、及び、データ応答チャンネル206の4つを纏めて制御チャンネルと言い、制御チャンネルを用いて送る予約、予約受付等のデータを制御データと言う。

【0035】スロット201は、上記6種類のチャンネルまたはそのサブセットから構成され、スロット201を構成するチャンネルのシーケンスは、図2のタイムスロット構成に示す4種類に固定する(208, 209, 210, 211)。

【0036】要求アクセス応答チャンネル202は、直前のスロットの要求アクセスチャンネル203により、端末103が基地局102へ送信したデータ送信チャンネル205の予約に対して、その結果を基地局102が端末103へ通知するために使用する。

【0037】要求アクセスチャンネル203は、端末103が基地局102へデータ送信チャンネル205を予約するために使用する。

【0038】データ送信許可チャンネル204は、直後のデータ送信チャンネル205を割当てた端末情報を基地局102が通知するために使用する。

【0039】データ送信チャンネル205は、端末103



(基地局102の場合もある)がデータを送信するために使用する。その際、端末103は、ビジーバック要求フラッグにより、コンテンションフリーでデータ送信チャンネル205を再予約することができる。

【0040】データ応答チャンネル206は、送信元の端末103から直接送信先の端末103がデータを正常に受信した時、その旨基地局102(送信元の端末103ではないことに注意)に応答するために使用する。

【0041】基地局中継用データ送信チャンネル207は、データ応答チャンネル206に正常受信が通知されなかった場合に、基地局102がデータを中継するために使用する。

【0042】制御データは、チャンネル識別子と端末識別子等の情報の2つから構成される。端末識別子等の情報は、チャンネルの種類に応じて次の内容を表す。要求アクセス応答チャンネル202の場合は、予約を受付けた端末の識別子、予約衝突、または、予約無であり、要求アクセスチャンネル203の場合は、予約を送信した端末の識別子であり、データ送信許可チャンネル204の場合は、データ送信を許可した端末の識別子であり、データ応答チャンネル206の場合は、正常受信した端末の識別子である。

【0043】この構成における基本的な動作について説明する。図3は、基地局フロー図であり、図4は、端末の送信処理のフロー図であり、図5は、端末の受信処理のフロー図である。

【0044】始めに、DRCPプロトコルの概略フローについて説明する。基地局102は、直前のスロット201の要求アクセスチャンネル203により端末103が基地局102へ送信したデータ送信チャンネルの予約要求に対して、要求アクセス応答チャンネル202により、その結果を全端末103へ通知する(S301)。

【0045】全端末103は、要求アクセス応答チャンネル202から受信した予約への応答に従って(S502)、バイナリスタックの更新を行う(S503)。その結果、自端末が送信可能となった場合(S506、S507)、送信すべきデータがあれば、要求アクセスチャンネル203により予約を送信する(S404、S405)。

【0046】基地局102は、要求アクセスチャンネル203から受信した予約(S302)及び受信済みの予約に基づいて、データ送信チャンネル204を割当て(S304)、その端末情報をデータ送信許可チャンネルにより通知する(S305)。予約が全く無い場合は、データ送信許可チャンネルを用いず、直ちにS301へ戻る(S303)。

【0047】データ送信チャンネル205を割当てられた端末103は(S408、S409)、データをデータ送信チャンネル205により送信する(S410)。その際、未だ送信すべきデータがある場合は(S411)、

ビジーバック要求フラッグをセットする。次のいずれかの場合(セル間通信の場合)、基地局102は中継する必要が無いので、S301へ戻る(S307)。

(a) 送信先がセル外の端末の場合。

(b) 基地局が送信(即ち、送信元がセル外の端末で基地局が中継)の場合。

【0048】直接データ送信先の端末がデータを正常に受信した場合(S512)、データ応答スロット206により基地局102へ正常受信応答をする(S513)

(この正常受信応答は、送信元の端末103が受信する必要は無い)。送信先の端末103がデータを正常に受信しなかった場合は、空チャンネルとなる。正常受信応答した場合は、S301へ戻る(S310)。

【0049】データ応答スロット206に正常受信応答が無かった場合(S311)、基地局102は、基地局中継用データ送信スロット207によりデータを中継する(S312)。そして、S301に戻る。

【0050】なお、要求アクセス応答チャンネル202が要求アクセスチャンネル203よりタイムスロット201内で先行する理由は、基地局102がスロット構成を動的に決定し、そのチャンネル・シーケンスを要求アクセス応答チャンネル202とデータ送信許可チャンネル204を用いて端末103に通知するためである。

【0051】端末103は、送信処理と受信処理の2つから構成される。まず、図4に示す端末103の送信処理フローの詳細について説明する。データの発生により、送信データ無しのアイドル状態(S401)から予約送信待ち状態(S403)に移行する(S402)。

【0052】予約送信待ち状態(S403)で、図5に示す受信処理からの通知の種類により処理は下記の2つ分れる。

(a) 通知が予約送信許可の場合(S404)は、要求アクセスチャンネルにより予約を送信し(S405)、再び予約送信待ち状態に戻る(S403)。

(b) 通知が予約受付完了の場合(S406)は、データ送信待ち状態に移行する(S407)。

(c) 通知がデータ送信許可の場合(S408)は、データ送信待ち状態でデータ送信許可の通知を受けた時と同じ処理へ移行する(S410)。

【0053】データ送信待ち状態(S407)で、図5に示す受信処理よりデータ送信許可を通知されると(S408)、今回送信するデータ以外に未だ送信データがあるか否かにより処理は下記の2つ分れる。

(a) 送信データが未だ有る場合は、データ送信チャンネル205中の継続要求、つまり、ビジーバック要求フラッグをオンにしてデータを送信し(S410)、再びデータ送信待ち状態(S407)へ戻る(S411)。

(b) 送信データがもう無い場合は、ビジーバック要求フラッグをオフにしてデータを送信し(S410)、アイドル状態(S401)へ戻る(S412)。



【0054】上記のアイドル(S401)、予約待ち(S403)、または、データ送信待ち(S407)の3つの状態の何れの場合でも、図5に示す受信処理よりデータ直接受信を通知されると(S512、S513、S413、S415、S417)、データ応答チャネル206によりデータ受信応答を基地局102へ送信し(S414、S416、S418)、元の状態に戻る(S401、S403、S407)。

【0055】次に、図5に示す端末の受信処理フローの詳細について説明する。モバイル端末103の受信処理は常に受信待ち状態にある(S501)。

【0056】要求アクセス応答チャネル202により基地局102から予約に対する応答を受信した場合(S502)、端末103は、その応答に従ってバイナリースタックの更新を行う(S503)(スタックの更新方式としては、例えば、先行文献12による方式が考えられる)。

【0057】更に、条件により処理は下記の3つに分れる。

(a) 受信した応答が自端末の予約に対する受付通知ならば(S504)、図4に示す送信処理へ予約受付完了を通知し(S505、S406)、受信待ち状態(S501)へ戻る。

(b) また、バイナリースタックを更新した結果、直後の要求アクセスチャネルで自端末が予約送信可能ならば(S506)、図4に示す送信処理へ予約送信許可を通知し(S507、S404)、受信待ち状態(S501)へ戻る。

(c) 上記の2つの当てはまらない場合は、そのまま受信待ち状態(S501)へ戻る。

【0058】データ送信許可チャネル204により基地局102から自端末103へのデータ送信許可を受信した場合(S508)、送信処理へデータ送信許可を通知し(S509、S408、S409)、受信待ち状態(S501)へ戻る。

【0059】自端末へのデータを受信した場合(S510)、データの受信処理を行う(S511)。更に、直接他の端末からデータを正常に受信した場合(S512)には、図4に示す送信処理へデータ直接受信を通知する(S513、S413、S415、S417)。受信待ち状態(S501)へ戻る。

【0060】実施の形態2。本実施の形態では、DQRUMAを改良し、端末送信-基地局受信のアップリンクと基地局送信-端末受信のダウンリンクを時分割多重により1周波数帯で共用し、更に、タイムスロット構成を動的に変更するようにした方式(DQRUMA改)を説明する。

【0061】図6に、アップリンクとダウンリンクが同一周波数帯を時分割多重する本実施の形態に係るタイムスロット構成図を示す。先行技術であるDQRUMAで

は、2周波数帯を使用する時は1つのデータ送信チャネル全体を複数の予約アクセスチャネルに変換しているが、本実施の形態では、実施の形態1(DRCP)と同様に、タイムスロット構成を動的に変更するチャネル効率の良い方式を提供する。

【0062】本実施の形態は、実施の形態1(DRCP)を簡略化した方式であり、実施の形態1における図3の基地局フローのS307、S309、S310の処理を省き、図4の端末の送信処理フローのS413、S414、S415、S416、S417、S418を省き、図5の端末の受信処理のフローのS512、S513を省くことにより実現することができる。

【0063】最後に、シミュレーションにより実施の形態1(DRCP)の性能と、実施の形態2(DQRUMA改)の性能とを比較して評価した結果を説明する。

【0064】なお、アクセス方式の性能評価においては、最悪値も重要なファクタであるが、バイナリースタックアルゴリズムに従い、全モバイル端末103が予約を送信する際に、端末103の識別子をずらすなどして負荷の平滑化を図ることを前提に、ここでは平均値により評価する。また、バイナリースタックアルゴリズムには、様々な改良型の方式が提案されている(先行文献2、先行文献3、先行文献7)が、本シミュレーションでは最上位のスタックに含まれる端末グループだけが要求を送信する基本的なアルゴリズムを用いる(S503)。

【0065】シミュレーションで想定した主な前提条件とパラメータは、次の通りである。

(1) システムは128端末で構成され、全端末が同一のトラフィック特性を持つ。

(2) 送信メッセージは固定長でポアソン到着に従って発生するものとする。

(3) 4種類の制御チャネルは各々チャネル識別子2ビット、端末識別子等の情報8ビットの合計10ビット、T単位時間とする。

(4) データ送信チャネルは、425ビット(53バイトの1ATMセル+1ビットのビジーバック要求フラグ)を送信し、25T単位時間とする。

(5) 送信データのチャネルに対するガードタイム、伝播遅延時間、及び、端末103と基地局102のDRCPプロトコル等の処理時間は考慮しない。

(6) データ送信チャネルの端末103への割当ては、ラウンドロビンにて行う。

(7) 端末相互間の直接通信は送受信エラーが発生し、基地局102とモバイル端末103間の通信は、100%正常に送受信されるものとする。

(8) 送信先端末103がセル外の場合、端末103でのメッセージ発生から同一セル内の基地局102受信迄のシミュレーションを行う。

(9) 送信元端末103がセル外の場合、セル外からの

メッセージの基地局102受信から端末103受信迄のシミュレーションを行う。その際、基地局102も端末103の1つとしてデータ送信チャネルを予約してからデータの中継するものとする。

〔10〕先行技術であるDQRUMAの制御チャネルは、端末識別子等の情報8ビットであるが、実施の形態2(DQRUMA改)では、実施の形態1(DRCP)と同様、T単位時間とする。

〔0066〕実施の形態1(DRCP)と実施の形態2(DQRUMA改)の評価結果を図8から図12に示す。

〔0067〕なお、本シミュレーションのスループット、遅延の95%片側信頼区間幅は、それぞれ標本平均の1%、4%以下である。

〔0068〕図7は、実施の形態1(DRCP)と実施の形態2(DQRUMA改)どちらにとっても一番厳しい条件となる1メッセージ1ATMセルのシミュレーション結果で、セル外率( $r_{cell}$ )0%の場合の直接通信成功率(Success Rate)0, 5, 10, 15, 20, 30, 50%における実施の形態1(DRCP)と実施の形態2(DQRUMA改)に関する平均遅延対スループットを比較した図である。実施の形態1(DRCP)にとって最悪の条件となる直接通信成功率0%の場合702、低スループット時の平均遅延時間 \*

$$3T + 50T = (4T + 25T) \times (p/100) / (100 + (4T + 50T) \times ((100 - p)/100)) \quad (1)$$

となり、これより $p=4$ となる。この値は、シミュレーションの結果とほぼ一致している。

〔0070〕更に、実施の形態2(DQRUMA改)のスループットの限界値は0.5(先行文献12の1.0に対応する)であるが、実施の形態1(DRCP)は、直接通信成功率20%以上になる場合は、図7の通り50%を超えることも可能となる。これは、実施の形態2(DQRUMA改)では、基地局中継用データ送信チャネル606を省略しないのに対して、実施の形態1(DRCP)では、基地局中継用データ送信チャネル207を省略するためである。

〔0071〕図8は、1メッセージ2ATMセル、セル外率0%の場合の直接通信成功率0, 5, 10, 15, 20, 30, 50%における実施の形態1(DRCP)と実施の形態2(DQRUMA改)に関する平均遅延対スループットを比較した図である。この場合も、1メッセージ1ATMセルの場合と同様に、実施の形態1(DRCP)と実施の形態2(DQRUMA改)の性能特性の差は明らかである。

〔0072〕遅延を送信端末103にメッセージが発生してから基地局102にデータ送信チャネルの予約要求が届くまでの時間(アクセス遅延と呼ぶ)と、基地局102が要求を受け付けてから受信端末にメッセージが到着

\*は、実施の形態2(DQRUMA改)701より約T単位時間劣る。この差の平均遅延時間全体に対する割合は、僅か4%である。これは、実施の形態2(DQRUMA改)には無い実施の形態1(DRCP)のデータ応答チャネル206分の遅延であることは、図2と図6の実施の形態1(DRCP)、実施の形態2(DQRUMA改)それぞれのスロット構成からも確認できる。しかし、直接通信成功率が高くなるに従い、基地局中継用データ送信チャネル207を省略した効果が現れて、高スループット時は勿論、低スループット時も平均遅延は実施の形態1(DRCP)は、実施の形態2(DQRUMA改)より優れた特性を示す。スループットに関して、直接通信成功率0%の場合702、その最大値は2%実施の形態2(DQRUMA改)701より劣る。これも、遅延の場合と同様に、データ応答チャネル分の劣化である。しかし、直接通信成功率が高くなるに従い、実施の形態1(DRCP)のスループットは高くなり、直接通信成功率5%以上(703~708)では、実施の形態2(DQRUMA改)701より高い。

〔0069〕これは、直接通信により基地局中継用データ送信チャネル207を省略した効果である。実施の形態1(DRCP)が実施の形態2(DQRUMA改)と最大スループットが等しくなる直接通信成功率 $p$ (%)は、タイムスロットの構成から、

(1)

するまでの時間(サービス遅延と呼ぶ)に分ける。この2つの遅延に分解して実施の形態1(DRCP)の平均遅延対スループットを、直接通信成功率0%でメッセージ長(ML)が1ATMセルの場合(ML:1)と、2ATMセルの場合(ML:2)について、図9に示す。要求が殆ど輻輳しない平均遅延が500T単位時間以下で、1メッセージ1ATMセルと1メッセージ2ATMセルを比較すると、アクセス遅延はほぼ一致している(901, 902)。これは、要求アクセス応答チャネルと要求アクセスチャネル202, 602が必須のタイムスロット構成により、メッセージ長がアクセス遅延に与える影響が少ないことを示している。一方、メッセージ長がサービス遅延に与える影響は大きく(903, 904)、その差がほぼ平均遅延の差になっている(905, 906)。

〔0073〕次に、セル外率30%の場合の直接通信成功率0, 5, 10, 15, 20, 30%における実施の形態1(DRCP)の平均遅延対スループットについて評価する。図10と図11は、それぞれ1メッセージ1ATMセルの場合と、1メッセージ2ATMセルの場合のシミュレーション結果である。これらは、図7及び図8と比較すると明らかな通り、セル外率が高くなるに従い、高性能となることを示している。これは、実施の形

態1(DRCP)の基地局中継用データ送信チャネル207とデータ応答チャネル206を省略した効果である。実施の形態1(DRCP)は、セル内通信と同じプロトコルを用いてセル間通信も同時に処理することを可能とし、端末間直接通信とセル間通信により高スループット低遅延を実現している。

【0074】上記のシミュレーションでは、モバイル端末103と基地局102間、あるいは、モバイル端末103相互間の伝播遅延時間を無視して評価してきた。しかし、セルが大きくなり伝播遅延時間が無視できなくなると、DRCPもDQRUMAも性能が低下する。ラウンドトリップディレイがデータ伝送時間より大きくなる場合、固定長タイムスロットを用い、アップリンクとダウンリンクにそれぞれ別の周波数帯を利用する基本型のDQRUMAプロトコルは、容易にプロトコルを拡張して性能の低下を回避することが可能となる。即ち、DQRUMAは、“time-interleaved”等の多重化により、スループットの低下を回避できる。一方、DRCPプロトコルは、タイムスロットを構成するチャネルシーケンスがメッセージの発生により変化しスロット長が動的に変る為、ラウンドトリップディレイがデータ伝送時間より大きくなる場合でも、多重化することにより性能の低下を回避することは難しい。1Mbpsの伝送レート、ショートATMセル(424ビット)を想定する場合、データ伝送時間(424μsec)は直径63.6km以内にある端末のラウンドトリップディレイより大きい。従って、直径63.6km以上のセルの場合、DRCPはDQRUMAに対して不利となる。しかし、周波数の有効利用や端末のパワーの面からセルは小型化の傾向にあり、また、実際のシステムでは、ラウンドトリップディレイはデータ伝送時間より小さい(先行文献12)。

【0075】DRCPを無線パケットネットワークで利用する他の多重アクセスプロトコルと、その性能等を比較検討する。Resource Auction Multiple Access(RAMA)(先行文献14)とPacket Reservation Mul\*

$$\begin{aligned} & (25T / (4T + 25T)) \times (q / 100) + \\ & (25T / (4T + 50T)) \times (100 - q) \times 100 = 0.5 \end{aligned} \quad (2)$$

から $q = 9.28$ となる。即ち、直接通信成功率とセル外率合わせて10%以上の場合、少なくともアップリンクとダウンリンクを分離するこれらのプロトコルよりDRCPは回線効率が良いといえる。

【0080】以上のように、本発明は、主にDQRUMAを改良し、よりチャネル効率の良い多重アクセスプロトコル(DRCP: Direct and Relay Communication Protocol via Wireless Networks)に関するものである。実施の形態1(DRCP)では、1つの周

\* Multiple Access (PRMA)(先行文献15)は、既に先行文献12でDQRUMAと比較している。RAMAは基地局102が端末103のメッセージの発生を知るのにDQRUMAより多くの時間がかかり、PRMAは一連のデータ送信の最後のデータ送信チャネルを無駄にする等の理由により、遅延-スループット特性等に関してDQRUMAがRAMA及びPRMAより優っていることを先行文献12は示している。従って、DQRUMAに優る性能特性を持ち、基地局102が各データ送信チャネルを、その都度端末103に割当て制御する等DQRUMAの殆ど全ての特性を継承しているDRCPも、RAMAとPRMAより優れた特性を持つといえる。

【0076】より最近の研究では、衝突をデータ送信チャネルの予約時に限定した予約パケットを利用する方式にPRMAを改善したPRMA++(先行文献16)、PRMA++を発展させて音声とデータを統合制御するService Integration Radio Access(SIR)(先行文献17)、更に、音声、データに加えビデオも統合するSIR++(先行文献18)が提案されている。DRCPはDQRUMAと同様、各データ送信チャネルをそのチャネルが使用される直前に、その都度基地局102が端末103に割当てるので、自由度の高い割付方式が可能となり、マルチメディア通信に適した方式といえる。

【0077】しかし、DRCPはデータ送信チャネルの要求アクセス方式を主に提案し、データ送信チャネルの割付方式の具体的な提案は含んでいない。

【0078】従って、ここでは、要求アクセス方式の回線効率に限定して比較する。端末送信-基地局受信のアップリンクと基地局送信-端末受信のダウンリンクを分離したPRMA++を始めとするこれらのプロトコルは、理想的な回線効率を実現できた場合でも、そのスループットはDQRUMAと同様に0.5を超えることは不可能である。

【0079】これに対して、DRCPのスループットが0.5となる直接通信成功率 $q$ (%)は、

(2)

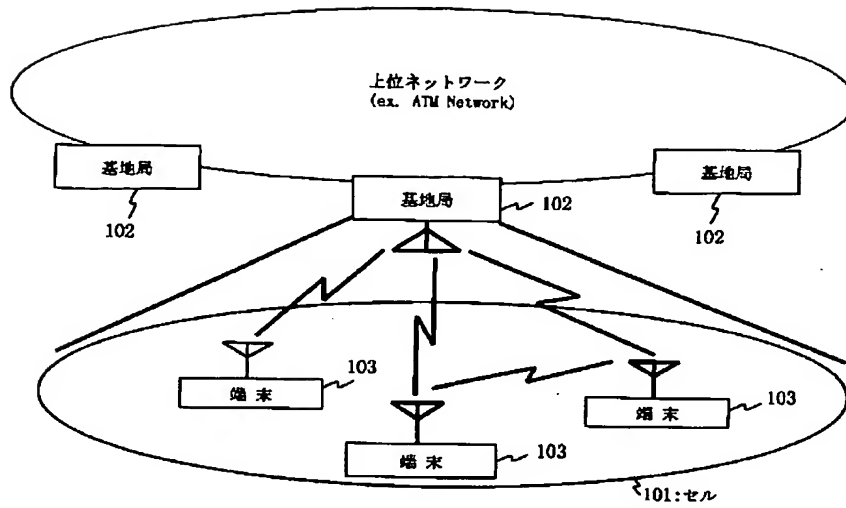
波数帯を用いて、同一セル内のモバイル端末103間でパケットを直接送受信することができなかった場合に限り、基地局102がそのパケットを中継する。直接通信に成功した場合には、基地局中継用チャネルを省略し、スループットを向上させている。この結果、実施の形態1(DRCP)の性能は、直接通信の成功率が5%以上で実施の形態2(DQRUMA改)を超えることを示した。更に、実施の形態1(DRCP)は、セルに跨る通信でも、送受信端末がある各セル内ではセル内通信と同じプロトコルを用いてセル間通信も同時に処理すること

101 セル、102 基地局、103 端末、201  
DRCPのタイムスロット、202 要求アクセス応答  
チャンネル、203 要求アクセスチャンネル、204 デ  
ータ送信許可チャンネル、205 データ送信チャンネル  
(継続要求付)、206 データ応答チャンネル、207  
基地局中継用データ送信チャンネル、208 送信デー  
タが全く無い時のタイムスロット、209 データ送信  
先がセル外、または送信元が基地局のタイムスロット、  
210 宛先端末がデータを直接正常に受信した時のタ  
イムスロット、211 基地局中継時のタイムスロッ  
ト、601 DQRUMAの1周波数帯利用時タイムス  
ロット、602 要求アクセス応答チャンネル、603  
要求アクセスチャンネル、604 データ送信許可チャネ  
ル、605 モバイル端末用データ送信チャンネル(ビギ  
ーバック付)、606 基地局用データ送信チャンネル、6  
07 送信データが全く無い時のタイムスロット、60  
8 データ送信時のタイムスロット、1201 タイム  
スロット、1202 アップリンクのタイムスロット、  
1203 ダウンリンクのタイムスロット、1204  
要求アクセスチャンネル(ランダムアクセス)、1205  
ビギーバック要求(コンテンションフリー)、120  
6 データ送信チャンネル、1207 要求アクセス応答  
チャンネル、1208 データ送信許可チャンネル、120  
9 データ送信チャンネル。

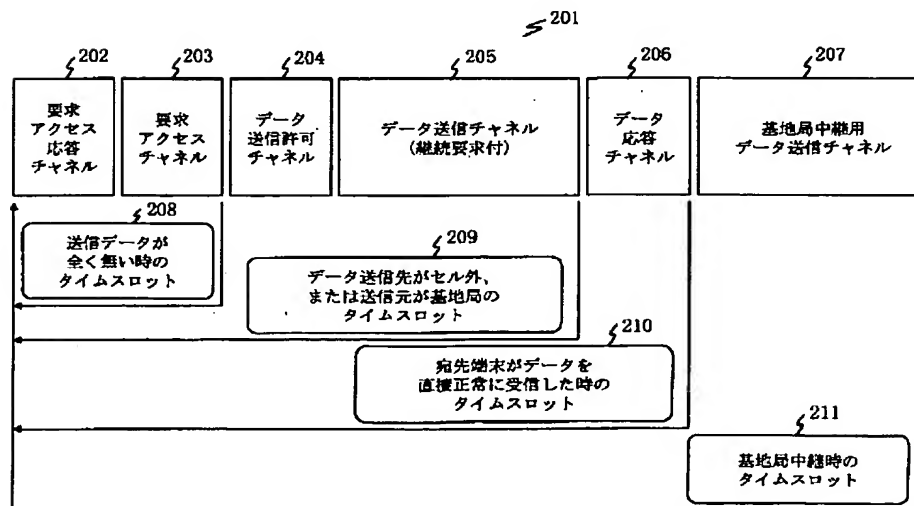
【図4】 実施の形態1（DRCP）における端末の送信処理のフロー図である。

40

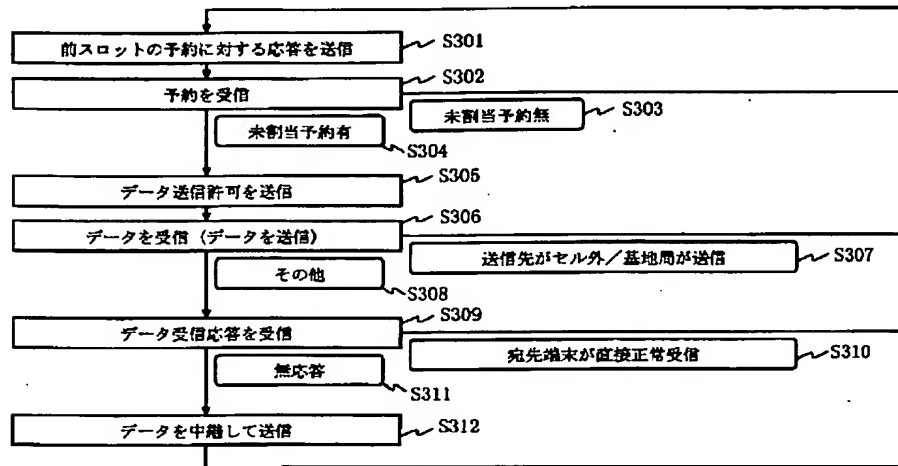
【図1】



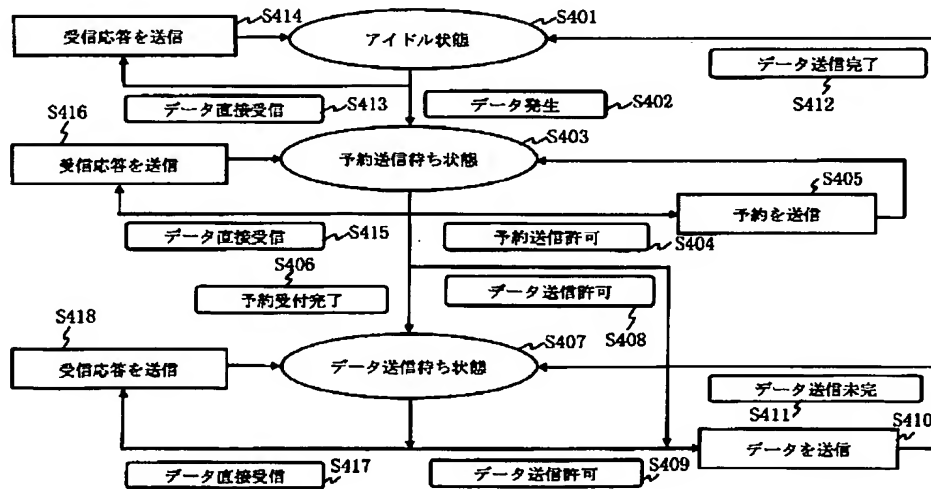
【図2】



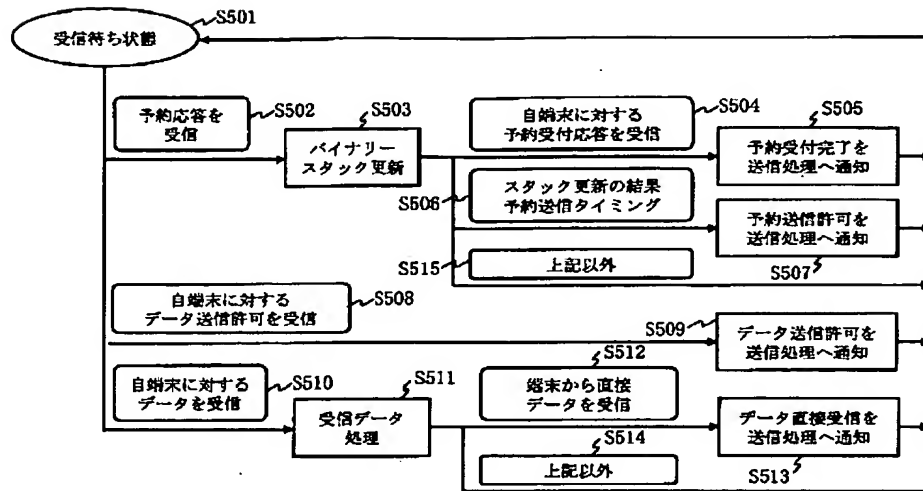
【図3】



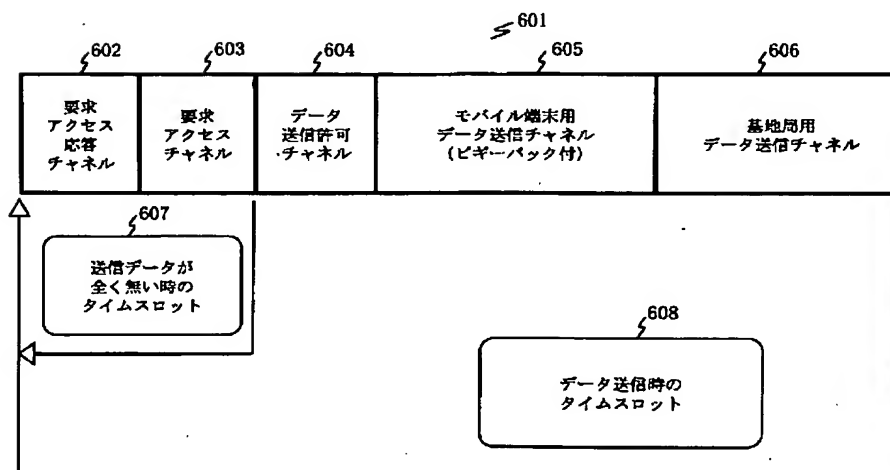
【図4】



【図5】

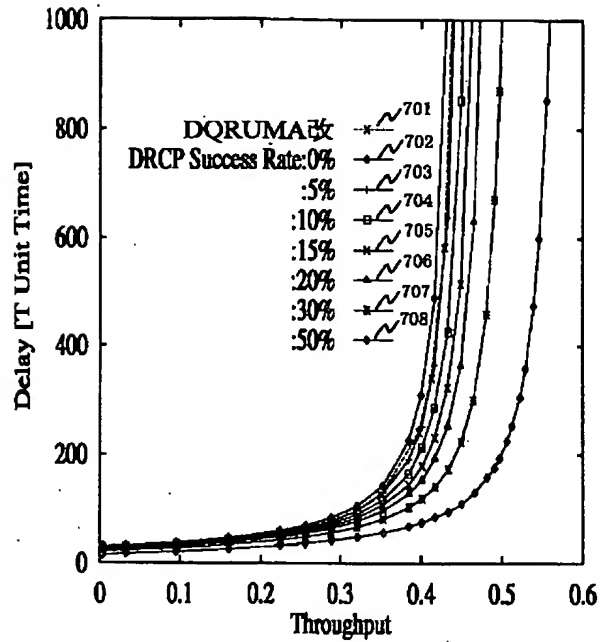


【図6】



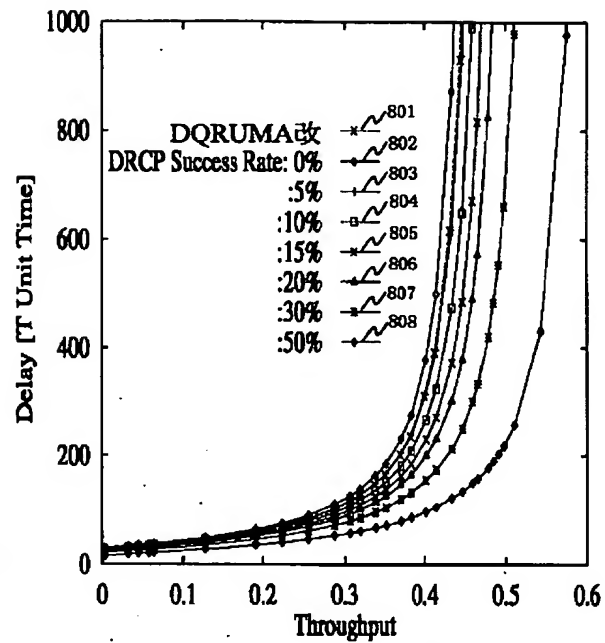


【図7】



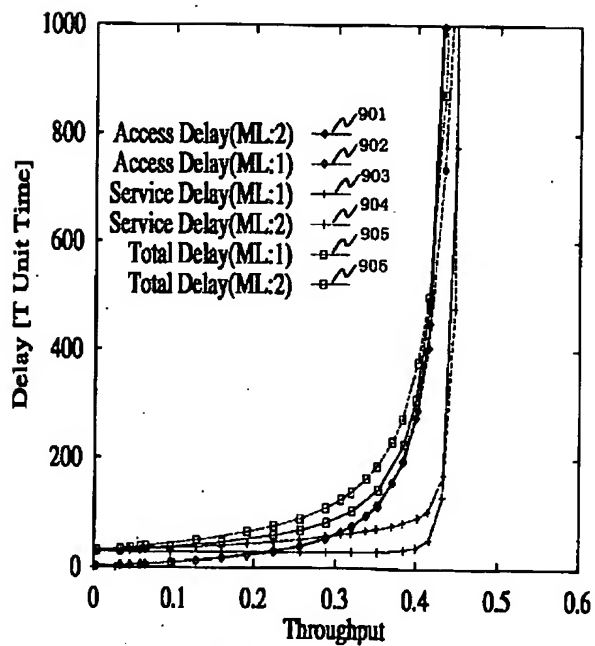
(1 ATMセル/メッセージ、セル外率0%)

【図8】



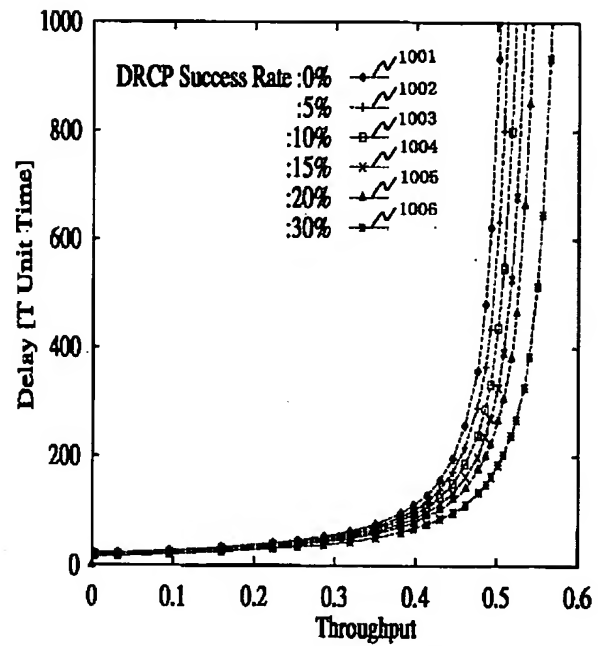
(2 ATMセル/メッセージ、セル外率0%)

【図9】



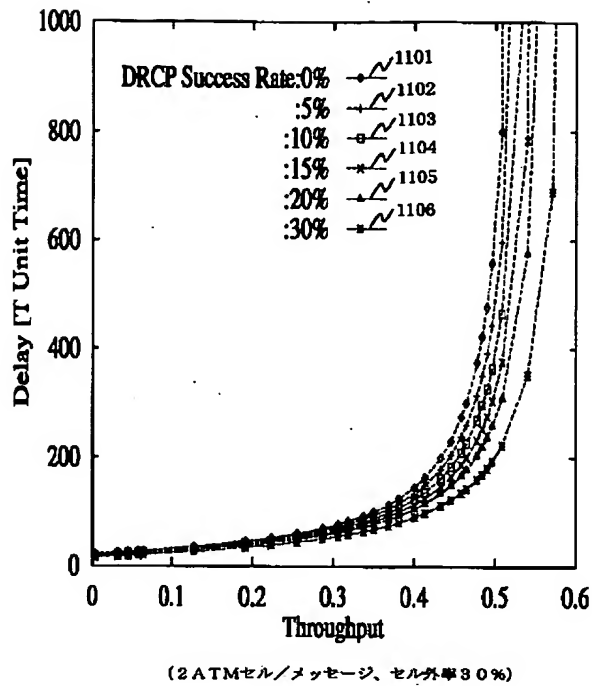
(セル外率0%、直接通信成功率0%)

【図10】

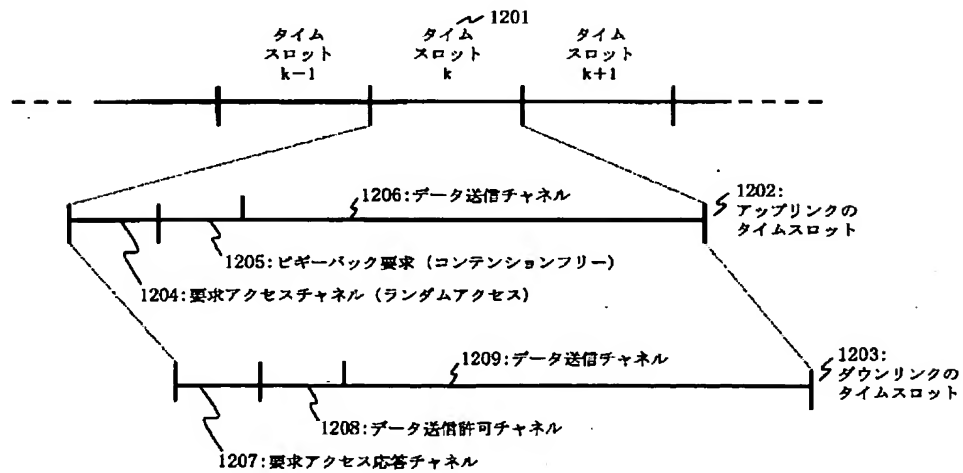


(1 ATMセル/メッセージ、セル外率30%)

【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H04Q 7/24

7/26

7/30

識別記号

F I

キーワード (参考)

(72)発明者 深川 周和  
浜松市助信674番地9 レオパレス助信第  
3 B 204  
(72)発明者 上野 洋  
浜松市泉四丁目22番地12号  
(72)発明者 渡辺 尚  
浜松市有玉南町347番地1 アートピア有  
玉南801

(72)発明者 水野 忠則  
浜松市富塚町175番地1 ヴィラ富塚306  
F ターム(参考) 5K028 BB06 CC05 DD01 DD02 DD04  
LL02 LL13 RR01 TT05  
5K033 CA11 CB01 DA01 DA05 DA17  
DB18  
5K067 AA11 EE10 EE71 HH21 JJ11